

УДК 550.837

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ І МОЖЛИВОСТІ КОМПЛЕКСУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЗОНДУВАНЬ

Я.С. Сапужак, О.Я. Сапужак, О.В. Сирожко

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України,
м. Львів, 79058, вул. Наукова, 3-б, carp@cb-igph.lviv.ua

Показана реальность и возможности комплексирования различных видов электрических и индукционных зондирования и, в частности, наращивание кривых МТЗ вверх данными ЗСБ и ВЭЗ.

The reality and possibility of various types of electrical and inductional sounding combination and, in particular, MTS curves increase to the ground surface by TMS and VES data have been shown.

Впродовж останніх десятиліть в електророзвідці розроблена ціла низка зондувань: електричних вертикальних (ВЕЗ), дипольних азимутальних (ДАЗ) і осьових (ДОЗ), а також індукційних: частотних (ЧЗ), становленням поля в далекій (ЗСД) і ближній (ЗСБ) зонах та магнітотелуричних (МТЗ) і магнітоваріаційних (МВЗ). Не вдаючись до подальшої деталізації перелічених основних методів, ми навпаки виберемо з них лише основні, які мали або набули зараз широкого застосування в практиці структурних геологорозвідувальних робіт. До таких методів слід віднести лише декілька: ВЕЗ (ДЕЗ), ЗСБ (ЗСД) і МТЗ.

Аналіз можливостей комплексування МТЗ з методами ВЕЗ і ЗСБ

Метод МТЗ за останні роки набув особливо широке застосування при структурних і глибинних комплексних дослідженнях земної кори вздовж регіональних профілів завдяки своїй мобільності і порівняно невисоким затратам, як для глибинних спостережень. Однак при цьому неминуче виникає необхідність комплексування МТЗ з іншими видами електромагнітних зондувань для дослідження верхньої декількасотметрової частини розрізу. Остання пропускається у зв'язку з обмеженнями високочастотного діапазону в серійних цифрових електророзвідувальних (типу ЦЕС) і нових (типу "Лимад") станціях, хоч дуже потрібна, з одного боку, як цілком логічне завершення інформації про весь розріз до денної поверхні, а з іншого, – як основа для більш надійної інтерпретації кривих МТЗ.

Безумовно з теоретичної точки зору найбільш простим було б пряме нарощування останніх кривими ЧЗ, однак цей напрямок гальмується відсутністю серійної апаратури і методики інтерпретації отримуваних даних. Тому на сучасному етапі виглядає найбільш реальним використання широко розповсюдженого методу ЗСБ. Паралельно, враховуючи наявність обширних площинних зйомок методом ВЕЗ, доцільно розглянути і такі спостереження. Але для цих методів пряме співставлення загально прийнятих кривих позірних опорів (ПО) різних видів зондувань в загальному випадку зробити трудно. Для підтвердження цього розглянемо теоретичні криві ПО різних видів зондувань (ВЕЗ, ЗСБ і МТЗ) для найпростішого випадку двошарового розрізу [1-4]. Як свідчить аналіз всі криві співпадають лише в області початкових і кінцевих своїх асимптот, і можуть відрізнятися більш або менш суттєво в інтервалах між ними.

Однак ще в 70-х роках В.А. Сидоровим і В.В. Тикшаєвим одночасно з розробкою методу ЗСБ запропонований і новий спосіб зображення отримуваних результатів у вигляді кривих сумарної позірної провідності S_n , яка в кожний момент часу дорівнює сумарній провідності площини, еквівалентної верхній частині розрізу [1,2]. З'ясувалося, що крім унікальної можливості безпалеткової кількісної інтерпретації цей спосіб має ряд додаткових зручностей і переваг, завдяки яким знайшов широке застосування як в інших активних електромагнітних методах [3], так і в МТЗ [4]. Це наглядно показують двошарові теоретичні палетки кривих S для згаданих видів зондувань, отримані за допомогою трансформації кривих ПО [3]. По вертикальній осі для всіх видів зондувань як завжди відкладені відношення S_n/S , а по горизонтальній – розноси r/h_1 та їх часові аналоги τ_1/h_1 і λ_1/h_1 для ВЕЗ, ЗСБ і МТЗ відповідно. Тут $r = AB/2$, $\tau_1 = \sqrt{10^7 \rho_1 2\pi t}$ і $\lambda_1 = \sqrt{10^7 \rho_1 T_1}$, де t – час після виключення струму (ЗСБ), а T – період коливань (МТЗ).

Навіть не вдаючись до аналізу розрахункових формул, очевидно, що розходження кривих S_{Π} різних установок набагато менші, ніж відповідних кривих ρ_{Π} . Так, загальний кутовий розкид кривих ρ_{Π} від $\rho_2 = \infty$ до $\rho_2 = 0$ складає відповідно приблизно 125° для ВЕЗ і 120° для індукційних зондувань в той час, коли для кривих S_{Π} ці кути становлять відповідно лише близько 85° і 63° , що свідчить про зменшену майже вдвоє їх диференціацію.

За зовнішнім видом кривих S_{Π} можна зробити також цілу низку цікавих і важливих для практики висновків. Так, зокрема, не потребує особливих доказів факт, що в однорідному середовищі графік S_{Π} є прямою, нахиленою під кутом 45° до координатних осей і проходить через початок координат палеток теоретичних кривих. Навіть з фізичних міркувань очевидно також, що графік S_{Π} є неспадною функцією (в крайньому разі для однорідного і горизонтально-шаруватого середовища) від розносу або часу і над ізолятором має горизонтальну асимптоту для всіх видів зондувань. До речі, граничні криві для цього випадку відрізняються лише незначно в центральній частині. Крім цього, як зазначається в [2,4] розширюються можливості якісної і кількісної інтерпретації завдяки можливостям виділення окремих пластів за прямолінійними ділянками та границь між ними за перегинами останніх. Розроблені прийоми безпосереднього визначення глибини досліджень дають змогу не тільки отримувати графіки різних параметрів в залежності від глибини досліджень H_{τ} , але й будувати відразу діаграми $\rho_1 = H_{\tau}/S_{\tau}$. Все наведене вище свідчить, що при комплексуванні даних МТЗ з іншими видами зондувань краще співставляти і нарощувати саме криві S_{Π} , які повинні або співпадати, або в крайньому разі мати подібну конфігурацію. Таким чином, виглядає раціональною наступна схема комплексування даних МТЗ і ЗСБ (на площах, досліджених раніше методом ВЕЗ):

Формування початкової вітки кривих S_{Π} від одиниць до декількох сотень метрів або до першого опорного високоомного горизонту за даними кривих ВЕЗ. Побудова середньої частини кривих S_{Π} від перших сотень метрів до 1–1.5 км, використовуючи нові (або попередні) дослідження методом ЗСБ, які, крім стикування даних ВЕЗ і МТЗ, дають змогу зробити їх глибинну прив'язку або кількісну інтерпретацію. Остання може послужити своєрідним параметричним репером для екстраполяції як в бік малих, так і великих глибин.

Трансформація позірних опорів МТЗ у криву S_T , стикування останньої з середньою частиною загальної кривої S_{τ} та кількісна її інтерпретація з урахуванням даних ЗСБ.

Побудова результуючої кривої S_{Π} від глибини досліджень та розрахунок діаграм ρ_1 за формулою $\rho_1 = \Delta H / \Delta S$.

Методика і приклад практичних розрахунків

В принципі позірну провідність можна прямо розраховувати за відомими вимірами різниці потенціалів, сили струму і коефіцієнтом установки. Однак, враховуючи зображення результатів майже всіх видів зондувань у вигляді кривих позірних опорів, доцільно останні трансформувати у відповідні криві позірних провідностей за асимптотичними формулами [3,5]:

а) для кривих ВЕЗ

$$S_{\Pi} = r / \rho_{\Pi}, \text{ де } r = AB/2;$$

б) для кривих ЗСБ

$$S_{\tau}^B = 189 \frac{\sqrt{2\pi t}}{\sqrt{\rho_{\tau}}};$$

в) для кривих МТЗ

$$S_T = 356 \frac{\sqrt{T}}{\sqrt{\rho_T}}.$$

Для прикладу можна використати співставлення кривих позірних опорів і провідностей для чотиришарового розрізу типу КН: $\rho_2/\rho_1 = \infty$; $h_2/h_1 = h_3/h_1 = 4$; $\rho_3/\rho_1 = 1$; $\rho_4/\rho_1 = \infty$ [3]. Як показує аналіз, завдяки контрастним співвідношенням опорів і значним потужностям шарів розрізу вони проявляються досить чітко на кривих обох типів. Але тим не менше згадане співставлення кривих S_{Π} має явні переваги навіть в чисто якісному плані, не рахуючи кількісних визначень, завдяки яким видні відразу інтервали глибин кожної вітки, якщо подібні операції продовжити як вгору, так і вниз від кривої ЗСБ.

У випадку, якщо попередні дослідження методом БЕЗ відсутні, доцільно нарощувати криві МТЗ вверх за допомогою лише методу ЗСБ, але з різними розмірами живильних петель або диполів. При цьому слід враховувати, що в початковій частині ($H = (1/3-1/4)L$, де L – сторона петлі) криві S_n спотворені і при стикуванні їх треба відкидати. При цьому основна теза, що краще стикуються криві позірної сумарної провідності, тут також підтверджується.

Висновки

1. У практиці геологопошукових досліджень часто виникає необхідність комплексування даних електричних (БЕЗ) і електромагнітних (ЗСБ, МТЗ) зондувань. В останнє десятиріччя особливо актуальним стало продовження вверх кривих МТЗ як важливої складової комплексу регіональних досліджень.

2. Співставлення двохшарових теоретичних кривих різних методів показує, що комплексування краще проводити за допомогою кривих сумарної позірної провідності, які мають більш універсальний і зручний для порівняння вид та низку інших переваг.

3. Реальність та можливості комплексування трьох основних видів зондувань (БЕЗ, ЗСБ і МТЗ) підтверджується порівнянням теоретичних і практичних кривих позірних опорів та провідностей електричних та індукційних зондувань.

Література

1. Сидоров В.А., Тикшаев В.В. Электроразведка зондированиями становлением поля в ближней зоне// Информ. сообщение. – Саратов, ОНТИ ВНИИГГ, 1969. – 58 с.
2. Сидоров В.А. Импульсная индуктивная электроразведка. – М.: Недра, 1985. – 192 с.
3. Анищенко Г.Н. Кажущаяся продольная проводимость в электроразведке// Экспресс-информация. ВИЭМС Сер. IX; Регион. разв. и промысл. геофизика. – 1974. Вып.21. – 40 с.
4. Бердичевский М.Н., Дмитриев В.И. Магнитотеллурическое зондирование горизонтально однородных сред. – М.: Недра, 1992. – 250 с.
5. Электроразведка: Справочник геофизика. В двух книгах / Под ред. В.К. Хмелевского и В.М. Бондаренко. Кн.1 – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1989. – 438 с.

УДК 550834

ОПЕРАТОРИ РЕДУКЦІЇ ДЕЯКИХ ІНТЕНСИВНИХ КРАТНИХ ХВИЛЬ

М.Є.Гринь, Л.Я.Гордієнко, Д.М.Гринь

Інститут геофізики НАН України, м.Київ, 03142, пр. Паладіна, 32.

E-mail: dgrin@igph.kiev.ua

Розв'язок задач сейсморозвідки, в яких використовуються динамічні ознаки хвиль, зокрема рекурентні типу псевдоакустики, суттєво ускладнюються тим, що вони є однотипними. Виникають поверхневі каналові, рефраговані, головні та інші P, S -хвилі. Від моменту вступу хвильове поле все більше стає адитивною сумішшю різних регулярних типів хвиль. В результаті область перших вступів починається з ускладнень.

Особливу роль у формуванні відбитих хвиль відіграє ВЧР. В ній малі швидкості і значна диференціація пружних параметрів сприяють виникненню підвищених значень коефіцієнтів відбиття та реверберації. Кожна хвиля ускладнюється цим явищем при поширенні у прямому і зворотному напрямках. Кількість кратноутворюючих горизонтів у ВЧР та усьому розрізі, на яких виникають потужні за інтенсивністю багатократні хвилі, як правило, незначна. Але вони серйозно ускладнюють хвильову картину. Денна поверхня є додатковим і основним джерелом кратних хвиль сумірних за енергією з основним.

У замітці йдеться про алгоритм приведення за часами вступів найбільш інтенсивних хвиль, відбитих у ВЧР та на денній поверхні до одного реального джерела.

Розглядається лише горизонтально розшароване середовище і одновимірна модель. Виходимо з того, що на кожній неоднорідності, точніше границі відбиття, виникає дзеркальне відображення одного і того ж розрізу, тобто подібних між собою за формою, але різних за інтенсивностями (що залежить від коефіцієнтів відбиття ($\pm \gamma_n$), часами затримки. Ці коливання все ж дещо